

## バイアス制御回路

### 発明の背景

#### 技術分野

- 5 本発明は、高周波電力増幅器用のバイアス制御回路に関し、特に、高周波電力増幅器のバイアス電流を制御して高周波電力増幅器の出力やその様な高周波電力増幅器を装備した携帯電話機の送信出力を可変制御するのに好適なバイアス制御回路に関する。

#### 背景技術

- 10 携帯電話機の送信出力は必ずしも最大レベルに維持する必要はなく、電話相手の基地局との距離が小さければ送信出力を低減可能である。一般的な環境下では、最大レベルの $1/10$ 程度の送信出力で携帯電話機を十分安定に使用することができる。このように送信出力を低減することにより、無駄な電力消費を防止して携帯電話機の駆動源である二次電池の容量を有効利用することができ、携帯電  
15 話機を長時間に亘って使用することができる。

- 一般には、携帯電話機の送信出力の可変制御は、携帯電話機に組み込まれた高周波電力増幅器の利得を調整することによって行われる。この利得調整のため、例えば高周波電力増幅器を構成するトランジスタのバイアス電流が調整される。具体的には、図3に示すように、高周波電力増幅器1を構成するトランジスタ回路における利得調整トランジスタ2のベース入力電流を、外部からの制御電圧V  
20 GC例えば携帯電話機に対する基地局からの要求送信出力を表す制御電圧V<sub>GC</sub>に応じて変化させてトランジスタ2のエミッタ電流I<sub>E</sub>を調整し、これにより高周波電力増幅器1の出力ひいては携帯電話機の送信出力を可変する。

- 送信出力の直線性を維持しながら送信出力を調整するには、バイアス制御回路  
25 の出力インピーダンスをできる限り低くする必要がある。また、通常、携帯電話機は、1.5または3.0ボルトの直流電源電圧を発生するマンガン電池またはリチウム電池などを駆動源として備えるので、高周波電力増幅器のみならずバイアス制御回路についてもその様な直流電源電圧で動作するように構成しなければならない。

この様な要件を満たすため、従来のバイアス制御回路は、図3に例示するように、制御電圧 $V_{GC}$ を低インピーダンス変換するための、エミッタ接地されたトランジスタ3と、ダイオード接続されたトランジスタ4とにより構成され、トランジスタ4はトランジスタ3により駆動されてカレントミラー源として機能するようになっている。

しかしながら、このようなカレントミラー回路からなると共に出力インピーダンスが十分に低くなるように構成されたバイアス制御回路によれば、バイアス制御回路のトランジスタ4に大電流が流れることになり、また、この電流は、トランジスタ2のベース入力電流に寄与しない捨て電流となり、無駄な電力消費の要因となる。

### 発明の概要

本発明の目的は、構成が簡易であり、また、高周波電力増幅器のバイアス電流を無駄な電力消費を抑制しつつ効果的に調整して、高周波電力増幅器の出力電力を可変制御できるバイアス制御回路を提供することにある。

本発明の別の目的は、電池から供給される直流電源電圧で作動可能であり、また、高周波電力増幅器の出力電力ひいては高周波電力増幅器を装備した携帯電話機の送信出力などを良好な直線性をもって無駄な電力消費なしに可変制御することができるバイアス制御回路を提供することにある。

本発明によれば、高周波電力増幅器のバイアス電流を制御するためのバイアス制御回路が提供される。このバイアス制御回路は、制御電圧を入力してこの制御電圧を高周波電力増幅器に供給すべきバイアス制御電圧に変換するための電圧変換回路を備える。この電圧変換回路は、2対の増幅用トランジスタで構成されると共に反転入力端、非反転入力端、反転出力端および非反転出力端を有して、前記反転入力端から前記制御電圧を入力すると共に前記反転出力端および前記非反転出力端から反転出力電圧および非反転出力電圧をそれぞれ出力する2段差動増幅器と、前記2段差動増幅器の前記非反転出力電圧を低インピーダンス変換して出力電圧を得て、この出力電圧を前記バイアス制御電圧として前記高周波電力増幅器に出力するための出力トランジスタと、前記出力電圧を前記2段差動増幅器

の前記非反転入力端に全帰還すると共に前記２段差動増幅器の前記反転出力電圧を前記反転入力端に帰還するための帰還回路と、前記２段差動増幅器の第１増幅器段を構成する増幅用トランジスタ対のそれぞれのベース電圧を規定するための、ダイオード接続されたバイアス用トランジスタとを含む。

5 本発明のバイアス制御回路が備える電圧変換回路では、２段差動増幅器の反転入力端に制御電圧が印加され、２段差動増幅器の非反転出力電圧が出力トランジスタにより低インピーダンス変換される。この結果得られた出力電圧は、一方ではバイアス制御電圧として高周波電力増幅器に出力され、他方では２段差動増幅器の非反転入力端に全帰還される。また、２段差動増幅器の反転出力電圧が反転  
10 入力端に帰還される。電圧変換回路は、低出力インピーダンスのボルテージフォロア回路として実現される。このため、本発明のバイアス制御回路は、捨て電流を低減して無駄な電力消費を抑制することができ、また、構成が簡易である。更に、バイアス制御電圧を高周波電力増幅器に印加して高周波電力増幅器の出力電力を良好な直線性をもって効果的に可変制御することができる。

15 好ましくは、バイアス制御回路と共に用いられる高周波電力増幅器はトランジスタにより構成される。より好ましくは、高周波電力増幅器は、これを構成するトランジスタに印加されるベース・エミッタ間電圧に応じて高周波電力増幅器の出力電力が変化するように構成され、バイアス制御回路は、高周波電力増幅器の出力電力が制御電圧に対応する所要出力電力になるように高周波電力増幅器のバ  
20 イアス電流を最適に制御する。より好ましくは、バイアス制御回路はトランジスタ集積回路からなり、高周波電力増幅器を構成するトランジスタと同時に集積回路化される。

上記の好適態様によれば、携帯電話機に対して高周波電力増幅器と共に搭載するのに好適なバイアス制御回路が提供される。

25 より好ましくは、バイアス制御回路は、１．５ボルトまたは３．０ボルトの直流電源電圧で駆動可能なトランジスタ集積回路により構成される。

この好適態様によれば、バイアス制御回路は、マンガン電池またはリチウム電池が発生する１．５ボルトまたは３．０ボルトの直流電源電圧で動作可能であり、その様な電池を駆動源とする携帯電話機などに搭載するのに好適する。

より好ましくは、バイアス制御回路とくに電圧変換回路を構成するトランジスタ集積回路の少なくとも一部は、最大ベース・エミッタ間電圧が電池から供給される直流電源電圧の半分程度であるように構成されたトランジスタからなる。

この好適態様によれば、バイアス制御回路の少なくとも一部を構成するトランジスタを直流電圧源と接地との間に最大で２段に積み重ねてバイアス制御回路を容易に集積回路化することができる。また、この様なバイアス制御回路は、電池から供給される直流電源電圧で駆動することができる。例えば、最大ベース・エミッタ間電圧が約 1.4 ボルトであるヘテロジャンクションバイポーラトランジスタ (HBT) で構成されたバイアス制御回路は、リチウム電池が発生する約 3 V の直流電源電圧で駆動可能である。また、最大ベース・エミッタ間電圧が約 0.7 ボルトである Si バイポーラトランジスタ例えば SiGe-HBT で構成されたバイアス制御回路は、マンガン電池が発生する約 1.5 ボルトの直流電源電圧で駆動可能である。

好ましくは、本発明のバイアス制御回路は、２段差動増幅器の反転入力端に温度補償用電圧を印加するための温度補償回路を更に備える。より好ましくは、温度補償回路は、ダイオード接続された温度センシング用トランジスタが直列に接続された抵抗ブリッジ回路と、増幅用トランジスタ対から構成され抵抗ブリッジ回路のブリッジ出力を増幅して誤差電圧を得る誤差増幅器と、この誤差増幅器の出力電圧を低インピーダンス変換して温度補償用電圧を生成する出力用トランジスタとを備える。より好ましくは、温度補償回路および電圧変換回路はそれぞれトランジスタ集積回路から構成され、温度補償回路は電圧変換回路と同時に集積回路化される。

上記の好適態様によれば、バイアス制御回路の温度補償を簡易且つ効果的に行うことができる。この様なバイアス制御回路は、種々の温度環境下で使用される携帯電話機に組み込むのに好適である。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施形態に係るバイアス制御回路の回路図、

図 2 は、図 1 に示したバイアス制御回路の等価回路を示す概略回路図、および

図3は、カレントミラー回路を用いた従来のバイアス制御回路の典型例を示す概略回路図である。

### 詳細な説明

以下、本発明の一実施形態に係るバイアス制御回路について説明する。

このバイアス制御回路は、携帯電話機の送信部などに装備される高周波電力増幅器（図3に示す高周波電力増幅器に対応）の出力の可変制御に供されるもので、例えばGaAs化合物半導体基板上に形成されるヘテロジャンクション・バイポーラ・トランジスタ（HBT）により構成され、高周波電力増幅器を構成するトランジスタ回路と同時に集積回路化されるようになっている。

GaAs-HBTは、素子構造上、Siバイポーラトランジスタに見られるようなPウェルを有せずnpnトランジスタだけで構成され、また、最大ベース・エミッタ間電圧 $V_{BE}$ は例えば1.4Vである。そこで、バイアス制御回路を構成するトランジスタ集積回路では、電池などの直流電圧源と接地との間にGaAs-HBTを最大で2段に積み重ね、これにより、バイアス制御回路の集積回路化を容易にすると共に、電池などから供給される例えば3Vの直流電圧 $V_{CC}$ でバイアス制御回路を駆動できるようにしている。

一般に、携帯電話機は、基地局からの要求送信出力に基づいて送信出力レベルを調整するように構成されるが、このような携帯電話機に搭載されるバイアス制御回路は、幾つかの要請を満たす必要がある。先ず、送信出力レベル調整のために携帯電話機が備えるD/A変換器の出力（制御電圧 $V_{GC}$ ）に応じて適切に動作するよう、バイアス制御回路には例えば10k $\Omega$ 以上の高い入力インピーダンスを有することが要求される。また、高周波電力増幅器の動作上の直線性を維持しながら高周波電力増幅器のバイアス電流を制御するべく、バイアス制御回路には、例えば2 $\Omega$ 以下の低い出力インピーダンスを有することが要求される。更に、バイアス制御回路には、高周波電力増幅器のトランジスタを駆動するベース入力電流に直接寄与することのないいわゆる捨て電流を例えば5mA以下に抑えて省電力化を図ることが要求される。

このような要求に応えるべく、カレントミラー回路により構成される従来装置

と異なり、バイアス制御回路はボルテージフォロア回路により構成される。このバイアス制御回路は、高入力インピーダンスで受けた例えば0～3 Vの範囲で変化する直流電圧である制御電圧 $V_{GC}$ を0～1.5 Vの直流電圧であるバイアス制御電圧 $V_{OUT}$ に変換し、このバイアス制御電圧 $V_{OUT}$ を低インピーダンスで出力するように構成される。バイアス制御電圧 $V_{OUT}$ は、高周波電力増幅器のトランジスタのベースに印加され、これによりトランジスタのエミッタ電流 $I_E$ が例えば1 mA～200 mAの範囲内で可変調整されて、高周波電力増幅器の出力が可変制御される。

具体的には、この実施形態に係るバイアス制御回路は、図1に示すように構成される。概略的には、このバイアス制御回路は、ボルテージフォロア回路をなす電圧変換回路10と、この電圧変換回路10を温度補償するための温度補償回路20とからなり、高周波電力増幅器と共に集積回路化される。

電圧変換回路10は、第1及び第2増幅器段からなる高利得の2段差動増幅器11を備える。差動増幅器11の第1増幅器段は、エミッタが共通接続された一対のトランジスタQ1、Q2から構成され、第2増幅器段は、エミッタが共通接続され且つトランジスタQ1、Q2のコレクタ出力をそれぞれのベースに入力する一対のトランジスタQ3、Q4から構成される。トランジスタQ1、Q2のそれぞれのベースは差動増幅器11の反転入力端および非反転入力端を構成し、トランジスタQ3、Q4のそれぞれのコレクタは差動増幅器11の反転出力端および非反転出力端を構成する。

差動増幅器を構成するトランジスタのエミッタと接地ラインGNDとの間に定電流源をなすトランジスタを設けた通常の差動増幅器と異なり、トランジスタを最大で2段に積み重ねてなる本実施形態のバイアス制御回路の差動増幅器11は、定電流源をなすトランジスタに代わるエミッタ抵抗 $R_{e1}$ 、 $R_{e3}$ を備えている。図1中、記号 $R_{c1}$ ないし $R_{c4}$ は、トランジスタQ1ないしQ4と駆動電源( $V_{REG} = V_{CC}$ )との間にそれぞれ設けられた負荷抵抗を表す。

バイアス制御回路は、差動増幅器11の非反転出力電圧を低インピーダンス変換してバイアス制御電圧 $V_{OUT}$ として出力するための、コレクタ接地された出力

トランジスタQ5a、Q5bと、差動増幅器11の反転出力電圧を低インピーダンス変換して出力するための、コレクタ接地された出力トランジスタQ6とを備えている。出力トランジスタQ5a、Q5bは、互いに並列接続されて出力電流容量を確保するようになっている。トランジスタQ5a、Q5bの共通エミッタは、ダイオード接続されたトランジスタQ7とこれに直列接続されたエミッタ抵抗 $R_{e7}$ とを介して接地ラインGNDに接続され、トランジスタQ6のエミッタは、ダイオード接続されたトランジスタQ8とこれに直列接続されたエミッタ抵抗 $R_{e8}$ とを介して接地ラインGNDに接続されている。トランジスタQ7及びエミッタ抵抗 $R_{e7}$ は、出力トランジスタQ5a、Q5bの負荷を構成し、トランジスタQ8及びエミッタ抵抗 $R_{e8}$ は、出力トランジスタQ6の負荷を構成する。

更に、バイアス制御回路は帰還回路を有している。この帰還回路は、出力トランジスタQ5a、Q5bの出力電圧（バイアス制御電圧 $V_{OUT}$ ）を差動増幅器11の非反転入力端（トランジスタQ2のベース）に全帰還し、また、差動増幅器11の反転出力電圧に対応する出力トランジスタQ6の出力電圧を帰還抵抗 $R_f$ を介して差動増幅器11の反転入力端（トランジスタQ1のベース）に帰還するものになっている。

この様に出カトランジスタの出力電圧を差動増幅器11に帰還し、特に出力トランジスタQ5a、Q5bの出力電圧を差動増幅器11に全帰還するので、出力トランジスタQ5a、Q5bに流れる電流が大きく変化してもトランジスタQ5a、Q5bの出力インピーダンスは小さく保たれる。従って、電圧変換回路10のバイアス電流を十分に小さくすることができる。

バイアス制御回路において、差動増幅器11のトランジスタQ1のベースは、一方では、ダイオード接続されたトランジスタQ9とこれに直列接続されたエミッタ抵抗 $R_{e9}$ とを介して接地ラインGNDに接続され、他方では、コレクタ抵抗 $R_{c9}$ を介して駆動源 $V_{REG}$ に接続されている。抵抗 $R_{c9}$ 、 $R_{e9}$ とトランジスタQ9とからなる直列回路は、トランジスタQ1のベース電位を規定してその動作点を設定する役割を担う。すなわち、トランジスタQ9はバイアス用トランジスタとして機能する。

また、差動増幅器11のトランジスタQ2のベース電位はトランジスタQ7によ

り直接規定され、トランジスタQ2の動作点が設定されるようになっている。換言すれば、このバイアス制御回路では差動増幅器11の非反転入力端（トランジスタQ2のベース）側のバイアス回路が省略されており、出力トランジスタQ5a、Q5bの負荷をなすトランジスタQ7がバイアス用トランジスタの機能を奏するものとなっており、これによりバイアス制御回路の構成が簡素化される。

要約すれば、バイアス制御回路は以下の基本構成を有している。すなわち、バイアス制御回路は、入力抵抗 $R_{in}$ を介して差動増幅器11の反転入力端（トランジスタQ1のベース）に制御電圧 $V_{GC}$ を入力する。そして、非反転出力電圧を非反転入力端に全帰還すると共に反転出力電圧を帰還抵抗 $R_f$ を介して反転入力端に帰還させつつ、差動増幅器11が、帰還抵抗 $R_f$ 等によって定まる増幅利得にて制御電圧 $V_{GC}$ を増幅する。その増幅出力（電圧増幅出力）すなわち非反転出力電圧は出力トランジスタQ5a、Q5bにより低インピーダンス変換され、バイアス制御電圧 $V_{OUT}$ として、制御対象である高周波電力増幅器（具体的には図3に示した高周波電力増幅器1を構成するトランジスタ2のベース）に出力される。

既述のように、バイアス制御回路に対しては高い入力インピーダンスを有すべきとの要請がある。一般に、トランジスタQ1の入力インピーダンスを高めるためには、トランジスタQ1のエミッタと接地との間に定電流源をなすトランジスタを設けたり、或いはダーリントン接続された複数のトランジスタによりトランジスタQ1を構成する等の手法が採用されるが、本実施形態では、その様な一般的な手法を用いることは不適切である。すなわち、前述したように、本実施形態ではバイアス制御回路を電池電圧で駆動可能とすると共にその集積回路化を容易にする観点からバイアス制御回路を構成するトランジスタの積み重ね段数を最大で2段に制限しているからである。

ここで、バイアス制御回路の等価回路（図2）を参照すると、差動増幅器11の入力インピーダンス $Z_{in}$ は差動増幅器11のトランジスタQ1の入力インピーダンスで表される。そして、トランジスタQ1の入力インピーダンスはエミッタ抵抗 $R_{e1}$ の抵抗値により変化する。そこで、本実施形態ではエミッタ抵抗 $R_{e1}$ の抵抗値を大きくして、トランジスタQ1の入力インピーダンスを実用上十分に高めるようにしている。



バイアス制御回路の電圧変換回路 10 の増幅利得（電圧利得）は、差動増幅器 11 の反転入力端における入力抵抗値と帰還抵抗  $R_f$  の抵抗値とによって決定される。反転入力端での入力抵抗値は、トランジスタ  $Q_1$  のベースに接続された入力抵抗  $R_{in}$  とトランジスタ  $Q_9$  がなすベースバイアス回路での抵抗の合成抵抗値で表される。具体的には、入力抵抗値は、図 2 に示すように、入力抵抗  $R_{in}$  とトランジスタ  $Q_9$  のコレクタ抵抗  $R_{c9}$  とトランジスタ  $Q_1$  の内部抵抗  $Z_{in}$  とトランジスタ  $Q_9$  のエミッタ抵抗  $R_{e9}$  との合成抵抗値で表される。すなわち、電圧変換回路 10 の増幅利得は、この合成抵抗値と帰還抵抗  $R_f$  の抵抗値とによって決定される。

差動増幅器 11 の反転入力端における入力抵抗値を決定する一要素であるトランジスタ  $Q_9$  の内部抵抗は、差動増幅器 11 を構成するトランジスタ  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  と同様、温度によって変化するので、トランジスタ  $Q_9$  の内部抵抗により、差動増幅器の増幅特性を或る程度温度補償することが可能となる。

しかしながら、トランジスタ  $Q_9$  の内部抵抗による温度補償は固定的であり、必ずしもバイアス制御回路（電圧変換回路 10）の温度特性を、その制御対象である高周波電力増幅器の温度特性に合わせて補償し得るとは限らない。そこで、この実施形態のバイアス制御回路は、電圧変換回路 10 とは独立に設けられた温度補償回路 20 を備えている。この温度補償回路 20 も電圧変換回路 10 と同時集積される。

この温度補償回路 20 は、図 1 に示すように、温度センサとして機能するダイオード接続されたトランジスタ  $Q_{11}$  と 4 つの抵抗  $R_{s1}, R_{s2}, R_{s3}, R_{s4}$  とから構成されて温度検出回路をなす抵抗ブリッジ回路と、一对のトランジスタ  $Q_{12}, Q_{13}$  からなり抵抗ブリッジ回路の出力を検出する温度検出用増幅器と、温度検出用増幅器の出力を低インピーダンス変換した後に温度補正電圧  $V_{TEMP}$  として出力するための、コレクタ接地された出力トランジスタ  $Q_{14}$  とを備えている。  $R_{c13}$  は、温度検出用増幅器（トランジスタ  $Q_{13}$ ）の負荷抵抗であり、また  $R_{e13}$  はそのエミッタ抵抗である。また  $R_{e14}$  は、出力トランジスタ  $Q_{14}$  の負荷をなすエミッタ抵抗である。

温度補正電圧  $V_{TEMP}$  は、帰還抵抗  $R_F$  を介して温度検出用増幅器に負帰還され、温度補償回路 20 の温度検出動作を安定化するようにしている。その一方で、温度補正電圧  $V_{TEMP}$  は、入力抵抗  $R_{C0}$  を介して電圧変換回路 10 におけるトランジスタ  $Q_1$  のベースに印加され、制御電圧  $V_{GC}$  に加算される。この構成によれば、帰還抵抗  $R_F$  の抵抗値を調整する等して温度検出用増幅器の増幅利得を設定し、これにより、温度補償回路 20 の検出温度・出力電圧特性を調整可能となる。従って、温度補正機能を、電圧変換回路 10 における差動増幅器のエミッタ側に例えば定電流源として組み込んだ構成と比較して、電圧変換回路 10 と独立して補正特性をより自由に設定可能となる。また、入力抵抗  $R_{C0}$  の値を設定することで、補正量を調整することが可能となる等の利点がある。

かくして、本実施形態のバイアス制御回路によれば、トランジスタを最大で 2 段に積み重ねるという制約の下においても、高周波電力増幅器を構成するトランジスタのバイアスを効果的に制御することができる。しかも、温度補償しながら高周波電力増幅器のバイアスを制御し、高周波電力増幅器の出力電力を効果的に可変することができる。また、本実施形態のバイアス制御回路は、出力トランジスタ  $Q_{5a}$ ,  $Q_{5b}$  の負荷をなすトランジスタ  $Q_7$  により差動増幅器 11 のトランジスタ  $Q_2$  のバイアスを設定することができるので、トランジスタ  $Q_2$  のベースバイアス回路が不要であり、回路構成を簡素化することができるという利点がある。

更には、カレントミラー回路に見られ且つバイアス制御に直接関与することのない捨て電流が殆どないボルテージフォロワー回路の形態で実現される電圧変換回路 10 によりバイアス制御回路が構成されるので、バイアス制御回路は省電力化を図ることができる。従って、高周波電力増幅器と共に携帯電話機の送信部に組み込むのに好適である等の実用上多大なる利点がある。

本発明は、上記実施形態に限定されるものでない。上記実施形態では、3 V の駆動電圧の下で  $GaAs$ -HBT を用いて構成されて 3 V の駆動電圧の下で動作可能な高周波電力増幅器およびバイアス制御回路について例示として説明したが、最大ベース・エミッタ間電圧  $V_{BE}$  が 0.7 V の  $Si$  系のトランジスタたとえば  $SiGe$ -HBT を用いて 1.5 V の駆動電圧の下で動作するバイアス制御回路を構築する可能である。また、実施形態の 2 つのトランジスタ  $Q_{5a}$ ,  $Q_{5b}$  に代えて、高

周波電力増幅器が要求するベース電流の大きさに応じて出力トランジスタを1個または並列に接続される複数個のトランジスタにより構成することができる。その他、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

## クレーム

1. 下記を備える、高周波電力増幅器のバイアス電流を制御するためのバイアス制御回路：

制御電圧を入力してこの制御電圧を高周波電力増幅器に供給すべきバイアス制御電圧に変換するための電圧変換回路、前記電圧変換回路は下記を含む：

2 対の増幅用トランジスタで構成されると共に反転入力端、非反転入力端、反転出力端および非反転出力端を有して、前記反転入力端から前記制御電圧を入力すると共に前記反転出力端および前記非反転出力端から反転出力電圧および非反転出力電圧をそれぞれ出力する 2 段差動増幅器；

前記 2 段差動増幅器の前記非反転出力電圧を低インピーダンス変換して出力電圧を得て、この出力電圧を前記バイアス制御電圧として前記高周波電力増幅器に出力するための出力トランジスタ；

前記出力電圧を前記 2 段差動増幅器の前記非反転入力端に全帰還すると共に前記 2 段差動増幅器の前記反転出力電圧を前記反転入力端に帰還するための帰還回路；および

前記 2 段差動増幅器の第 1 増幅器段を構成する増幅用トランジスタ対のそれぞれのベース電圧を規定するための、ダイオード接続されたバイアス用トランジスタ。

2. クレーム 1 のバイアス制御回路であって、前記バイアス制御回路と共に使用される前記高周波電力増幅器はトランジスタにより構成される。

3. クレーム 2 のバイアス制御回路であって、前記高周波電力増幅器は、これを構成するトランジスタに印加されるベース・エミッタ間電圧に応じて前記高周波電力増幅器の出力電力が変化するように構成され、前記バイアス制御回路は、前記高周波電力増幅器の前記出力電力が前記制御電圧に対応する所要出力電力になるように前記高周波電力増幅器の前記バイアス電流を最適に制御する。

4. クレーム 2 のバイアス制御回路であって、前記バイアス制御回路はトランジスタ集積回路からなり、前記高周波電力増幅器を構成するトランジスタと同時に集積回路化される。

5. クレーム 4 のバイアス制御回路であって、前記バイアス制御回路は、 1.

5 ボルトまたは3ボルトの直流電源電圧で駆動可能なトランジスタ集積回路により構成される。

6. クレーム5のバイアス制御回路であって、前記バイアス制御回路を構成するトランジスタ集積回路の少なくとも一部は、最大ベース・エミッタ間電圧が電池から供給される直流電源電圧の半分程度であるように構成されたトランジスタからなる。

7. クレーム6のバイアス制御回路であって、前記バイアス制御回路を構成するトランジスタ集積回路の少なくとも一部は、最大ベース・エミッタ間電圧が約1.4ボルトであるヘテロジャンクションバイポーラトランジスタで構成される。

8. クレーム6のバイアス制御回路であって、前記バイアス制御回路を構成するトランジスタ集積回路の少なくとも一部は、最大ベース・エミッタ間電圧が約0.7ボルトであるSiバイポーラトランジスタで構成される。

9. クレーム1のバイアス制御回路であって、下記を更に備える：

前記2段差動増幅器の前記反転入力端に温度補償用電圧を印加するための温度補償回路。

10. クレーム9のバイアス制御回路であって、前記温度補償回路は下記を備える：

ダイオード接続された温度センシング用トランジスタを直列に接続された抵抗ブリッジ回路；

増幅用トランジスタ対から構成され前記抵抗ブリッジ回路のブリッジ出力を増幅して誤差電圧を得る誤差増幅器；および

この誤差増幅器の出力電圧を低インピーダンス変換して前記温度補償用電圧を生成する出力用トランジスタ。

11. クレーム9のバイアス制御回路であって、前記温度補償回路および前記電圧変換回路はそれぞれトランジスタ集積回路から構成され、前記温度補償回路は前記電圧変換回路と同時に集積回路化される。

### 開示の摘要

バイアス制御回路は電圧変換回路を含み、電圧変換回路は、2対のトランジスタにより構成され反転入力端に制御電圧を入力する差動増幅器と、この差動増幅器の非反転出力電圧を低インピーダンス変換して得た出力電圧を高周波電力増幅器のバイアス制御電圧として出力する出力トランジスタとを含む。電圧変換回路は、出力トランジスタの出力電圧を差動増幅器の非反転入力端に全帰還すると共に差動増幅器の反転出力電圧を差動増幅器の反転入力端に帰還する低出力インピーダンスのボルテージフォロア回路として実現される。